芋品種改良

黃賢喜　韓青梅　陳東鐘　戴順發
高雄區農業改良場

摘　　要

芋屬天南星科 (Araceae)多年生草本植物，自古爲熱帶地區居民之主要糧食，目前在非洲、亞洲、西印度群島及南美洲等地均有廣泛栽培，且近年來全世界種植面積與生產量有顯著增加。芋之重要性僅次於甘藷、馬鈴薯及樹薯，除供主食與副食外，並可當蔬菜、製粉、加工食品、動物飼料及工業用途等，其利用性日趨重要；今後爲滿足地球上人口不斷增加而帶來之糧食壓力，加强芋的利用開發與研究，勢必日漸被世人所重視。

台灣芋之栽培面積年約5500公頃，其中高屏地區種植約3500公頃，爲南部地區重要作物之一。由於芋在台灣屬次要作物，過去未被各試驗場所重視，故有關芋品種與栽培的研究並不多。爲因應芋農實際之需要，高雄區農業改良場於民國72年起除進行芋種原之搜集與品種之選育外，並進行改善芋栽培之一系列研究。本文就近年來旗南分場有關芋品種改良工作方面，包括芋種原搜集利用，台灣芋栽培上所遭遇的問題，選種目標及新品種高雄一號之育成等所獲之研究成果加以介紹外，並就芋品種相關資訊如芋的起源與傳播、分類、營養價值與用途、生產概況及其展望等提出討論，以供將來研究與應用之參考。

（關鍵詞：芋、分類、營養分、用途、種源搜集、品種選育）

前　　言

芋之學名爲 *Colocasia esculenta* (L.) Schott，在分類學上係芋的總稱。在普通學名中，英名、法名爲Taro。西印度人稱母芋爲Dasheen，亞太地區人稱芋爲Eddoe而加以區別之[28]。此外，Cocoyam爲非洲人常用的另一種名稱。在中國使用的名稱亦多，但芋均爲普通名之總稱，臺灣人一般稱之爲芋仔或芋頭。

芋屬天南星科(Araceae)多年生草木植物，性喜高溫多濕的氣候，生長適溫爲25～35℃[6,9,10,]，對土壤的適應範圍較一般作物爲廣，具耐熱、耐濕、耐旱及耐肥等特性，一般耕地、水田、旱田或山地均可種植[1,3,6,9]。芋的植株高大，宿根性強，通常地上部生有較大的葉片與葉柄，其總葉面積大，屬需肥量較大的作物，並在地下部生有一個或多個短縮莖。短縮莖著生於植株基部，隨著植株生長逐漸膨大而形成母芋；母芋每環節上均有一個腋芽，可形成小的子芋；子芋腋芽又形成孫芋；並按此生長習性又可形成曾孫芋和玄孫芋。芋的花屬肉穗花序(spadix)，在溫帶或寒冷地開花者甚少見，尤其經濟栽培品種能開花者更少[5,47]，在本省可開花者僅紅梗芋較常見。芋的不稔性甚高，不稔原因是由於不正常減數分裂所引起

[18,19]，故有性繁殖較爲困難，一般均以營養器官繁衍後代。

芋自古爲熱帶地區島嶼居民之主要糧食，近年來全世界種植面積與生產量有顯著增加。以根莖類作物爲主食者約佔全球人口之10%，而芋之重要性僅次於甘藷、馬鈴薯及樹薯[25]。芋除供主食及副食外，並可當蔬菜、製粉、加工食品、動物飼料與工業用途等，尤其可供加工食品的種類比其他根莖類作物爲多。芋含豐富養分，澱粉顆粒(satrch grains)小而易消化吸收[49]，爲消化系統虛弱病人與嬰兒之優良食物；近年來更被美國南方一些州作爲馬鈴薯的補助食物[57,58]，故其利用性日趨重要且漸受世人的重視。

台灣芋頭除蘭嶼部份居民作爲主食外，多以副食(如煮、炸、烤、糕)及加工食品(如芋仔冰、餅類、製粉)爲主[2,13,13]。芋葉柄可作蔬菜食用，尤其颱風來臨時可調節夏季蔬菜短缺之急需，目前台灣需要量有日趨增加之趨勢。台灣每年栽培面積約5500公頃，估計年產值約新台幣6－7億元，多集中於南部地區水田種植，高屏地區栽培面積約3500公頃，約佔台灣栽培面積之65%，爲南部地區重要作物之一[9,10,11]。

台灣芋之栽培歷史已久，但有關芋品種或栽培技術之研究，顯較其他根莖作物如甘藷、馬鈴薯爲少，故可供參考之資料並不多，高雄區農業改良場自民國72年起搜集台灣各地存在的芋種原，除進行特性調查及品種之選育外，並在芋主要產區調查栽培上所遭遇的問題，進行改善栽培之一系列研究本文就近年來在芋品種改良工作方面所獲研究成果加以介紹，以提供各方之參考。

起源與傳播

芋原產印度中部，向東傳入緬甸及中國，向南部傳入印尼等地[27,46]。野生芋起源地在印度，早先向中南半島、蘇門答臘及太平洋群島傳播[2]。芋自古在婆羅洲、加羅林群島、澳洲、紐西蘭及太平洋島嶼等地有廣大的分佈[2,23]。東方許多國家以芋作爲重要食用作物已有二千年歷史[2]。中國古書如〝齊民要術〞(AD560)，〝廣雅〞及〝農政全書〞等書中對芋早有記載，推測芋在一世紀前後已傳入中國[2,5]。此外，又據Plucknett等[24,46]謂芋的原產地爲印度馬來亞地區(Indo-Malayan)，也可能在東印度與孟加拉(Bangladesh)，向東傳入東南亞、東亞及太平洋島嶼，向西傳入埃及與東地中海，此後由地中海向南傳入東非洲，向西傳入西非洲，再由此傳播至加勒比海及美洲地區(圖1)。芋傳到西印度諸島之時期可能是哥倫布時代，以奴隸船隻帶入[5]。埃及之芋可能於公元一世紀時自印度傳入，歐洲人則自埃及方知芋[2]。

台灣芋的引進則來自東南亞、大陸華南地區及日本等地；早先南方民族向北移居時，由原住民(高山族)自東南亞帶入，後來大陸民族渡海來台時亦帶入許多芋種[54]。日本芋早先自中國引進，中國史記（公元前100～200年）中已有栽培種的記錄，可能由中國南部與南洋經其他地區傳入日本，至今琉球與山形縣栽培之水芋種中與大陸南方及南洋地區的部份在來種頗爲近似[5]。日本佔據台灣時期多傳入母子兼用的芋種如紅芋[5,6]。

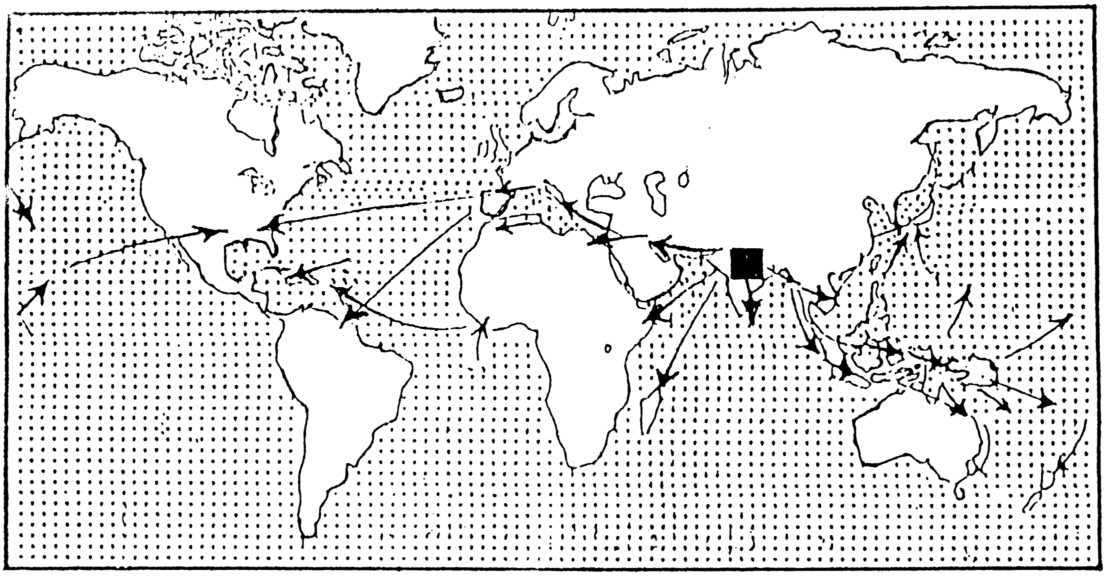


圖 1. 芋的起源地與傳播圖（星川, 1978）
Fig 1. The origion and distribution of taro.

植物學分類

芋屬於天南星科(Araceae)的一種作物，天南星科所包括的植物很多，大約有100多屬超過1500個物種[48]，大多數爲熱帶及亞熱帶植物，性喜生長於潮濕的環境中。本科根莖類中可供食用者被分爲兩大類五個屬，即Lasioidieae類包括 *Cyrtosperma* 及 *Amorphophallus* 等兩屬，Colocasiodeae類包括 *Alocasia* 、 *Colocasia* 及 *Xanthosoma* 等三屬。其中以 *Colocasia* 屬與 *Xanthosoma* 屬爲熱帶地區重要的食用作物，並廣泛的被栽培；*Alocasia* 屬及 *Cyrtosperma* 屬僅在某些地區或國家栽培，而其重要性次之。至於 *Amorphophallus* 屬最不受重視，除非在糧食短缺時，可供作緊急補充之物質用[46]。天南星科重要根莖類作物的分類經常被混淆，茲將最重要之 *Colocasia* 屬及 *Xanthosma* 屬依植物學上特徵加以分類，俾便予識別。

1. *Colocasia* 屬：

Linnaeus (1753)認爲芋有2個物種[36]，即 *Arum colocasia* 及 *Arum escu-lenta*；Schott (1832) 建立 *Colocasia* 屬的分類，並重新命名Linnaeus的物種分爲C. *antiguorum* 及 *C.esculenta*。Hill(1939)又依國際植物學命名法之規則，由於C. *esculenta* 取名之次序比C. *antiguoroum* 爲早，因此C. *antiguoroum* 應爲C. *esculenta* 種內的一個亞種，即可分爲C. *esculenta* var. *esculenta* 及C. *esculenta* var. *antiquorum*，且被許多學者所承認。但Purseglove (1972)爲使分類名稱簡化以C. *esculenta* (L.) *Schott* 作爲芋品種分類

學名之總稱[50]。本屬主要特點爲栽培分佈廣，楯形狀葉(*peltate*)，球莖、葉柄及葉片均可供食用，某些品種含高量的草酸鈣(*Calcium oxalate*)結晶體，葉片與葉柄的含量比球莖爲高，然經煮熟仍可供食用。大多數均可在水田或旱田生長，栽培面積多，用途廣，爲最重要的一屬。 *Colocasia* 屬中重要栽培種，其植物學上主要性狀區分爲：

(1)C. *esculenta* var. *esculenta*: 以採收母芋爲主要目的者如本省主要栽培品種有檳榔心芋，可產生較大的母芋，呈圓筒形，分球性較弱且僅分生4～8個不等的子芋。屬此類的品種，大多數爲二倍體，染色體數爲28(2n=28)，對水的適應性強，在水源灌溉足或雨量多的旱地及水田中 (如太平洋島嶼地區栽培者)均能良好的發育生長。

(2)C. *esculenta* var. *antiguorum*: 以採收子芋爲主要目的者如狗蹄芋、烏播芋及石川早生等。通常母芋不大，呈倒卵形，有辛辣味，品質較差，但分球性甚強，可產生大量的子芋及孫芋，其品質佳且子芋在土中有某種程度的休眠性。此類品種一般屬三倍體，染色體數爲42 (3n=42)，適宜旱地之可灌溉地或多雨地區栽培。

有關 *Colocasia* 屬栽培種之染色體數之分析研究，Fukushima等[31]調查103品種中，屬母芋型品種者二倍體有19個及三倍體一個；屬子芋型品種者三倍體有72個；屬母子兼用型品種者三倍體有6個，屬採收葉柄者二倍體有5個(表1)。

2.*Xanthosoma* 屬：

原產中南美洲，葉片呈戟狀(hastate)或箭形狀(sagittate)，甚易與 *Colocasia* 屬葉片的楯形狀相區別，非洲人稱Old cocoyam爲 *Colocasia*，New cocoyam則爲 *Xanthosoma* 而區分[48]。最近西非洲人新引進 *Xanthosoma* 種取代 *Colocasia* 品種。有些品種之球莖與葉可供食用，但有些僅供觀賞之用。本屬大約有40餘種，其中以 *X. sagitifolium* ，*X. alrovirens* 及 *X. violaceum* 等三種較爲重要[46]。*X. sagitifolium* 爲本屬最重要而常見栽培或研究的一種，其重要性僅次於 *Colocasia* 屬，染色體數爲26(2n=26)。植株高約2公尺以上，葉柄較短，長約1公尺以上，直立而強壯，葉柄頂端與葉片缺口處相接，葉片近三角箭形狀，佛燄苞白綠色，甚少開花，結子甚少，球莖大，可產生10個以上子芋，對病蟲害抵抗性較強，耐貯藏。*X. alrovirens* 塊莖呈黃色，波多黎各人頗喜歡吃。*X. violaceum* 的葉片、葉脈與葉柄均呈紫色，塊莖可供食用價値甚低，但對軟腐病有抵抗力(Posnette 1945)。

表1. 芋不同食用目的之栽培品種與染色體數之關係(Fukushima 1962)
Table 1. Relationship between the characteristics of taro varieties and their chromosome composition

Characteristics of corms and cormels according to use	Number of varieties		Totals
	Diploid	Triploid	
For large main corms	19	1	20
For many small cormels	-	72	72
For both corms and cormels	-	6	6
For petioles	5	-	5
Totals	24	79	103

營養價值及用途

1.營養價值：

芋的營養豐富(表2)，塊莖含大量澱粉、礦物質、維生素[34,54]。夏威夷及菲律賓人將芋煮熟後剝皮搗成糊狀製成半醱酵食品爲"Poi"；馬來西亞人芋煮成糊狀加食鹽或砂糖等，再用椰子油調理食之；印度人以芋與魚、蔬菜摻咖里粉煮食之。台灣人多作副食以切片烘焙、油炸、製粉做麵包、糕餅類或芋仔冰等食品。由於芋的澱粉顆粒小，僅爲馬鈴薯澱粉粒的十分之一[44]，易予胃部的消化吸收，其消化率可達98.8%[40,49]且可爲消化系統不良者之食物；夏威夷人傳統上視芋頭爲虛弱病人的健康食品[26,32]；芋製成粉摻添加物供嬰兒食品，在先進國家市場亦常見[51,52]。芋含高量維他命，長期食用可防牙齒的退化[38,39,43,49]並可減少發生肺炎、下痢、腳氣病及腸炎等病的研究報導[41,49]。葉柄亦含有多量的鈣、磷、鐵、維生素A、維生素C及多種主要胺基酸[12,32,54]，可供作蔬菜之用，爲本省夏季蔬菜短缺時之急需，葉柄還可加工醃漬後食用之。

表 2. 芋之塊莖、幼葉及葉柄營養成份分析表(Gopalan 1977; Tisbe,1967).
Table 2. Nutrient composition of corms, petioles, and tender leaves of Taro (In 100 g edible portions)

	Corms		Leaves		Petioles
	India	Philippines	India	Philippines	Philippines
Edible portion (%)	—	81.0	—	55.0	84.0
Moisture (g)	73.1	77.5	82.7	79.6	93.8
Protein (g)	3.0	2.5	3.9	4.4	0.2
Fat ,g	0.1	0.2	1.5	1.8	0.2
Total carbohydrates (g)	21.1	19.1	6.8	12.2	4.6
Food energy (kcal)	97.0	85.5	56.0	69.0	19.0
Ash (g)	—	0.8	—	2.0	1.2
Ca (mg)	40.0	32.0	227.0	268.0	57.0
P (mg)	140.0	64.0	82.0	78.0	23.0
Fe (mg)	1.7	0.8	10.0	4.3	1.4
Na (mg)	9.0	7.0	—	11.0	5.0
K (mg)	550.0	514.0		1,237.0	367.0
Carotene (IU)	67.0	traces	28,550.0	20,385.0	335.0
Thiamine (mg)	0.09	0.18	0.22	0.10	0.01
Riboflavin (mg)	0.03	0.04	0.26	10.33	0.02
Niacin (mg)	0.4	0.9	1.1	2.0	0.2
Ascorbic acid (mg)	0.0	10.0	12.0	142.0	8.0

2.用途：

(1)加工食品(Processed food)：

新鮮芋頭除可供油炸、烘焙、燉肉、芋丸、餡泥及甜點類等供餐點外，還可加工製芋粉、麵包、糕餅類、芋乾片、飲料粉、嬰兒食品及做罐頭原料等用途；芋的葉柄或芋幼芽可當蔬菜食用外，尤其葉柄尚可作醃漬加工；故芋的用途頗爲廣泛。

(2)動物飼料(Animal feed)

芋生育强健，適應性强，植株高大，可產生大量的植體供作家畜飼養，爲頗具開發的飼料作物之一。因芋的植體內含有草酸鈣(Calcium oxalate)成份，故辛辣味(Acridity)與刺激性强、鮮食或觸及易引起皮養之痛，一般須需經加熱煮熟或醱酵方法將該物質破壞分解除去後，方可供人畜食用。大量的植體如採加熱煮熟的方法餵食家畜時，必須消耗大量能源，而能源日漸短缺之今日，其實用價值亦相對降低。

許多學者認爲芋採用全株青貯法(Silage process)較爲實用而可行之途徑。Moore & Mccullough (1978) 研究指出，製造良好青貯料，芋植株含水分需低於 75% PH4.5或更低及含3-13%的乳酸，在嫌氣條件下靠乳酸菌(Lactobacili)的作用，產生乳酸(Lactic)及其他有機酸類(Organic acids)，阻止酪酸 (Butyric acid) 的產生，並使之快速醱酵而達到平衡，爲其製作過程的重要條件[41,42]。

美國夏威夷大學曾利用芋青貯與稻草、麥桿及牧草類等以不同比例的配方，進行家畜飼養試驗結果顯示，芋青貯料之實用價值高，如調配適當，並不遜於一般商業用飼料，且可降低飼養成本[20,21,22]。

(3)工業用途(Industrial uses)：

芋的地下莖除可供人類食用、食品加工及家畜飼料等用途外，還可製造澱粉供作工業上多種用途，如酒精燃料、塑膠與樹膠的配料等。有關芋澱粉之物化性質，據Higashihara等指出[37]，芋澱粉顆粒小，直徑1-6.5μ之間，比玉米與小麥15μ小3倍，比馬鈴薯50μ小10倍(表3)，此種特性可增加工業利用上之選擇，例如芋澱粉適合精製高濃度的果糖、塑膠與樹膠的配料等[35,56]。此外，利用芋澱粉製造酒精，依Nathan等研究指出[43,55]，每公噸的芋頭可生產142公升的酒精，此與甘藷或樹薯的產量頗爲接近(表4)。

表 3. 不同作物澱粉之膠化溫度與顆粒大小比較 (Goering and Brelsford 1966; wolf et al 1950)

Table 3. Gelation temperatures of starches

Type	Pasting or Gelation Temperature (℃)	Particle Size micrometers
Wheat	54	15
Cucurbita foetidiss	55	9
Potato	60	50
Rice	64	5
Taro, Akalomamale	64	6
Saponaria vaccaria	60-65	0.5-1.6
Chenopodium quinoa	48-62	1.5-3.0
Taro, *antiquorum*, cv Martin	68	3.5
Taro, Bun-long	71	5

表 4. 不同作物每公噸鮮物及製造酒精量之比較(Nathan 1978; U.S.DE.1977)
Table 4. Estimated alcohol yield per metric ton(Wet weight)of selected crops.

Crop	Alcohol Yield		Cropping Cycle
	liter/MT	gallon/MT	months
Sugarcane	67	17.7	10-22
Sweet sorhgum	76.7	20.2	4
Corn	385	102.0	3.5
Cassava	180	47.4	12
Grain sorghum	389	102.8	3.5
Spring wheat	368	97.2	4
Sweet potato	142	37.5	5
Taro	142	37.5	9~15

生產概況

芋的栽培分佈甚廣，遍及非洲、亞洲、大洋洲、西印度群島及美洲等地，歐洲南部的西班牙及葡萄牙亦有栽培。被視爲重要糧食的國家或地區有加勒比海、夏威夷、所羅門、薩摩亞群島、菲律賓、裴濟(Fiji)、斯里蘭卡、印度、奈及利亞、新海布里地群島(New Hebrides)、多哥、尼日、巴布亞新幾內亞、埃及以及其他等地[27,45,46,50]。

依據世界糧農組織1990年報統計近10年以來全球年種植面積均超過100萬公頃，年總產量在530～580萬公噸(表5)，分佈於全球42個國家，其中以非洲種植面積(佔81%)與總生產量(佔63%)爲最多，次爲亞洲，其他洲較少；平均產量以亞洲最高(11.4公噸／公頃)，最低者爲非洲(4.1公噸／公頃)。又就栽培國家而言，以非洲的奈及利亞、象牙海岸與迦納等種植面積最多，亞洲的中國大陸、菲律賓及日本次之，其他國家則較少；單位面積產量以日本及中國大陸最高(13.8公噸／公頃及13.4公噸／公頃)，最低者爲象牙海岸及菲律賓(1.3公噸／公頃及3.5公噸／公頃)，各地區產量差異懸殊可能栽培技術差異所致(表 6)。

表 5. 全球近年來芋之生產情形(FAO 1990)
Table 5. Recent trends in world production of taro

Year	Planted area (×1000ha)	Tatal production (×1000MT)	Aver. yield (kg／ha)
1979～1981	1,018	5,649	5,550
1987	1,074	5,304	4,940
1988	1,030	5,708	5,542
1989	1,081	5,814	5,379

表 6. 近年來世界各地區或國家之芋平均生產情形(1987～1989)
Table 6. Average production for taro in area and country of the world

Area or Country	Planted area (1000ha)	Index (%)	Total production (1000mt)	Index (%)	Aver. yield (kg／ha)
World	1,062	100.0	5,608	100.0	5,287
Africa	861	81.1	3,516	62.7	4,086
Asia	155	14.6	1,768	31.5	11,416
Oceania	43	4.0	298	5.3	7,009
America	3	0.2	26	0.5	9,252
Deloped All	1,033	97.3	5,209	92.9	5,048
Developing All	29	2.7	399	7.1	13,796
Nigeria	350	33.0	1,610	28.7	4,600
Cote Civoire	210	19.8	267	4.8	1,277
Ghana	181	17.0	994	17.7	5,569
China	90	8.5	1,199	21.4	13,381
Philippines	31	2.9	109	1.9	3,538
Burundi	31	2.9	126	2.5	4,042
Japan	29	2.7	396	7.1	13,758
Papua N.Guin	28	2.6	183	3.3	6,568

SOURCES:FAO Production Yearbook in 1990.

日本爲喜食芋頭的國家，年栽培面積約3萬公頃，總生產量約40萬公噸，昭和初年栽培面積曾達 5萬公頃以上，然近年來由於日本國民對和食漸減少，其種植面積亦漸減。日本栽培生產地除北海道外，自本洲北方的青森縣至琉球等地均有栽培。尤其關東以及南部各州地區生產較多，如千葉、宮崎、櫪木、鹿兒島、岐阜、愛知、靜岡、熊本、琦玉及茨城等地爲主要產區[5]。

中國大陸種植面積約9萬公頃，總生產量爲120萬公噸，惟大陸各省均有分佈，但以南部各省居多，其中以四川、江西、廣東及雲南等省最多，華北及東北九省生產較少。芋在台灣除澎湖縣與台中市外，其他縣市均有栽培。近10年來台灣年種植面積維持在 5,500 公頃左右，總生產量約7.6萬公噸以上 (表7)，估計年產值約6～7億元。其中以屏東縣與高雄縣種植面積最多 (3,545公頃)，佔台灣栽培面積之65%[11]，爲台灣南部地區重要作物之一(表8)。

表 7. 台灣近年來芋之生產情形
Table 7. Rcent trends in Taiwan production of taro

Year	Plant area (ha)	Total production (mt)	Aver. yield (kg／ha)
1981	4,741	49,457	10,432
1982	5,773	58,419	10,119
1983	5,593	52,500	9,387
1984	5,425	62,405	11,503
1985	5,139	62,029	12,070
1986	5,168	67,071	12,920
1987	5,697	77,155	13,543
1988	5,440	78,577	14,449
1989	5,817	84,709	14,575
1990	5,477	76,361	13,966

*SOURCES：Taiwan Agriculture Yearbook in 1991.

表 8. 台灣芋主要產區及其生產情形
Table 8. Major planted area and its production of taro in Taiwan(1991)

縣　市	Planted area (ha)	Index (%)	Total production (mt)	Index (%)	Aver. yield (kg／ha)
Pingtung	2,921	53.3	41,303	54.1	14,140
Kaohsiung	624	11.4	7,154	9.4	11,477
Taichung	533	9.7	5,841	7.7	10,950
Hwalien	473	8.6	9,286	12.2	19,650
Miaoli	255	4.7	4,523	5.9	17,735
Taitung	152	2.8	1,115	1.5	7,357
Total	5,477	100.0	76,361	100.0	13,966

SOURCES：Taiwan Agriculture Yearbook in 1991.

台灣芋栽培上所遭遇之問題

1.栽培管理方面：

(1)水芋與旱芋栽培之利弊：

台灣往昔芋之生產以旱芋栽培爲主，但近20餘年以來由於工商業發達，農村勞力缺乏，以及栽培技術不斷求進，則以栽培管理容易及產量高而穩定之水芋栽培替代旱芋栽培。旱芋栽培由於受栽培條件之限制，不但易滋生雜草，管理不易且產量偏低，其栽培面積逐年減少，目前僅零星分佈於山坡地或山區。水芋栽培係以成苗揷植於一般水源充足的水田，因生長環境顯較一般旱地爲佳，芋之生育快速，管理容易，省工且產量高；

惟本法因芋長期生長於水中，塊莖品質稍差，不耐貯藏，且一般病害的發生較旱芋栽培爲嚴重，尤其疫病與軟腐病之發生最爲嚴重，疫病尙可以藥劑加以防治，但軟腐病屬細菌性病害 (圖2)，防治較爲困難，且有日益猖獗之趨勢，對芋之產量與品質影響甚大[10]，爲目前芋的生產上急需解決之問題。

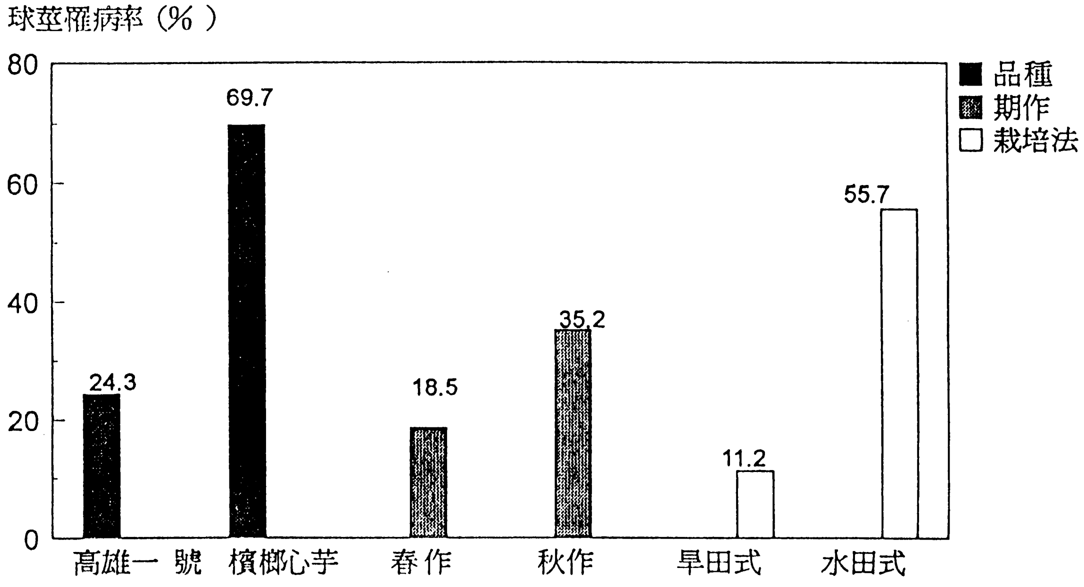


圖 2. 軟腐病罹病情形比較(黃及陳,1992).
Fig 2. Comparison of infested rate of taro caused by soft rot disease under different varieties ,corp seasons and cultural methods.

(2)種苗來源：

台灣目前一般農民採收母芋者以水田種植檳榔心芋品種爲主，農民所採用之種苗多採自本田生長中之子芋，因採苗數量有限在短期內無法充分供應農民栽培之需，且種苗成本偏高，每公頃需新台幣約三～四萬之間。又水芋田中拔取幼苗與母株所造成之傷口更增加被軟腐菌感染之機會，故尋求快速而大量繁殖未受病菌污染之健康種苗技術，亦爲值得加以研究之問題。

(3)肥料之使用與土壤問題：

由於芋適合高溫濕潤氣候，生性强健，對環境及土壤之適應性大且耐肥性甚强。一般農民多以水芋栽培方式及施重肥下進行管理，每公頃氮素用量在1,000～1,500公斤之間，其餘磷、鉀肥亦超量施用，如此過量施肥對芋頭品質及軟腐病、疫病之發生有無關聯均值得深思；又化學肥料長期過量之使用對土壤地力造成的影響程度，水田狀態下肥料之使用效率以及不同肥料種類(包括有機質肥)對塊莖產量與品質之促進效果等均有待加以探明。

(4)採收後處理：

台灣水芋採收後以大小分類裝袋，搬至市場銷售或工廠加工，如此未經貯藏者可保持其新鮮度與品質。芋頭的貯藏期依採收時的季節、氣溫與品種不同有所差異；如春作種植於當年秋冬季採收，此時氣溫與相對濕度均低，可貯藏一星期或更久，其品質尚不致變劣，但在秋作種植於翌年5～7月間採收時，逢高溫多濕的環境之下，如貯放3日內未及時出售，易發生貯藏期間的病害如白絹病，品質變劣或腐爛所造成之損失頗大。由調查結果知，一般粉質品種如紅芋較不耐貯藏，黏質品種如麵芋較耐貯藏，其品種間之貯藏性差異大，此可於品種選育中加以改善。

2.品種方面：

芋品種依栽培所需的環境不同，可分爲旱芋與水芋兩類，依栽培收穫目的不同，有母芋用、子芋用、母子芋兼用及葉柄用等類品種。台灣一般水田多栽培母芋用品種，旱田或山坡地以栽培子芋用品種爲主，母子芋兼用品種則較少栽培。

水芋栽培爲台灣目前種植面積最多的一種栽培方式，且一般農民幾乎均採用「檳榔心芋」品種爲主，其他品種則甚少見。檳榔心芋品種雖具適應性廣與品質佳之優良特性，頗受一般芋農與消費者所喜愛，但由於長期採用單一品種栽培(monoculture)的結果，病蟲害如軟腐病與疫病之發生有日漸嚴重之趨勢，對芋產量與品質影響頗大。本品種對逆境之感應似較敏感，如在水芋栽培管理之下遇乾旱或水源短缺而使土壤中水份不足時，或因產期過於集中市場價格低落而延遲收穫時，以及過量施用化學肥料之下，其母芋品質有變劣的傾向。

旱芋栽培係以採收子芋爲主，屬此類品種一般母芋品質稍差，子芋品質較優，品種特性亦有所差異，目前栽培面積較多之品種有赤芽芋及狗蹄芋，該兩品種之品質雖佳，但其特性均有優缺點，前者分球性稍弱，子芋大小形狀較整齊且子芋易分離，後者則分球性較強，產量低，母子芋分離較難。旱芋栽培之軟腐病發生雖比水芋栽培輕微，但疫病發生亦嚴重。因此，加强選育抗病、品質佳、適水性强而耐逆境之母芋品種以及抗病、質優而適口性佳、分球性强且整齊度高的子芋品種，以增加農民對不同類型品種選擇之機會。

3.主要病害之發生方面：

台灣位處亞熱帶高溫多濕，利於病害之發生，影響芋的產量與品質至鉅。最常見的病害有軟腐病、疫病及白絹病等。

(1)軟腐病(Soft rot)：病原菌 *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* (Ecc)棲息於土壤中經由傷口、蝕痕裂口或柔軟組織部份侵入，田間積水狀態下病斑擴展很慢，待後期田區斷水無積水狀態時，病斑便逐次擴展[4,15,23]。重者塊莖、葉柄都有軟腐發出惡臭整株枯死，輕者塊莖局部軟腐變黑褐色，被害塊莖失去商品價值。由田間週年調查發生結果[7,10]，本病全年均發生且以4～8月份發生較嚴重(圖3)，爲目前影響產量與品質之最大病害，究其原因乃長期栽植抗病性弱之檳榔心芋品種，連作之土壤及灌溉水源帶菌等均爲致病主因。目前除採行輪作方式以減輕本病之發生外，未有適當的防治措施。

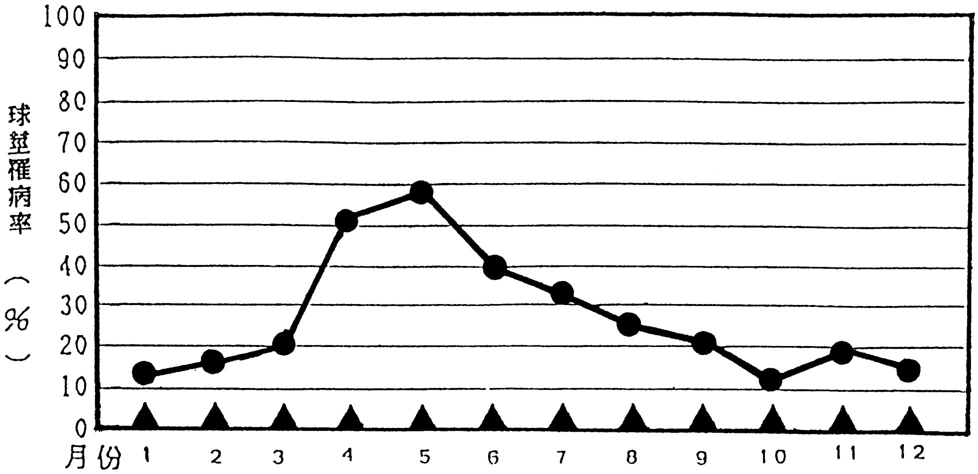


圖 3. 芋軟腐病週年發生消長圖
Fig 3. The monthly change rate of taro caused by soft rot disease.

(2)疫病(Phytophthora blihgt)：本病係由病原菌*Phytophthora colocasiae*感染引起，與軟腐病(Soft rot)同爲芋之主要病害，常導致葉面積減少，葉片枯乾而大幅減產。本病原菌於土壤中越冬爲翌年的傳染源，以菌絲及孢子附於葉片或葉柄，使葉片生出黃褐色圓形斑點，逐次擴大而表面出現同心輪紋，病斑部繼之腐敗穿孔呈破傘狀，葉柄被害呈黑褐色病斑而腐爛[4,15,33,53]。由週年發生調查結果，春作芋生育期間2～10月罹病較秋作9～4月嚴重(圖4)，爲春作產量及品質不如秋作可能原因之一[8,13]。目前本省對芋疫病菌生態及防治法的研究資料尚不多，爲農民迫切之需要，選育抗病品種及篩選有效的防治藥劑爲當務之急。

(3)白絹病(*Athelia roifii*)：病原菌*Sclerotium rolfsii*棲息於土壤中，田間植株發病很少，由本場調查結果顯示，以5～8月份收穫後貯藏3天之塊莖罹病莖率高達86.6%[7]，球莖表面生白色菌絲，輕者局部軟化黑變腐爛，重者整個塊莖都被感染而腐爛，影響商品價值甚巨，應避免這段時間貯藏。故選育抗病品種亦爲今後育種目標之一。

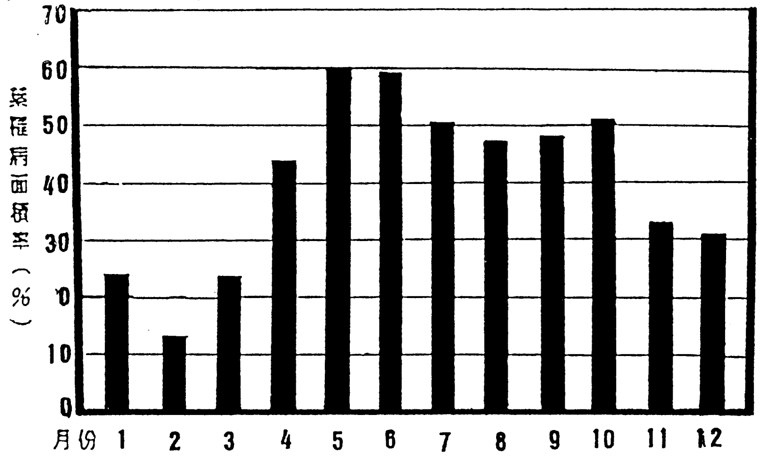


圖 4. 芋疫病葉病斑面積率之消長圖.
Fig 4. The monthly change rate of taro leaf disease spots area caused by *Phytophthora colocasiae.*

品種改良

1.芋種原搜集與利用：

(1)種原之採集地與分布：

自民國72年起高雄區農業改良場旗南分場逐年搜集之種原，至民國80年止共有83個，其中 *Colocasia* 屬有72個，*Xanthosoma* 屬有11個。在 *Colocasia* 屬72個中，除8個自日本、美國、暹邏及大陸等地引入外，其餘64個均陸續採集自台灣各地。在 *Xanthosoma* 屬11個中，除1個自烏拉圭引進外，其餘10個亦搜集於台灣旱地。由採集地調查結果知，存在台灣各地之種原，多分布於南部及東部地區(圖5)，約佔總搜集種原之70%，尤其屏東與高雄兩縣佔53%爲最多(表9)，且發現具不同性狀之系統多混栽於旱地或山地，平地水旱田所採集者較少。又所採集〝檳榔心〞系統(散生維管束)，約26餘個系統中，其地上部葉柄，葉片及塊莖等園藝性狀亦有頗大之變異。此可能芋經長時間在不同環境下之栽培壓(cultural press)所產生生態型之分化所致[17]。存在於台灣各地之芋品種或系統數相當多，除繼續收集本省存在之種原外，並擴大向國外引進，以充實國內芋種原工作，仍有待加强。

●：*Colocasia*

○：*Xanthosoma*

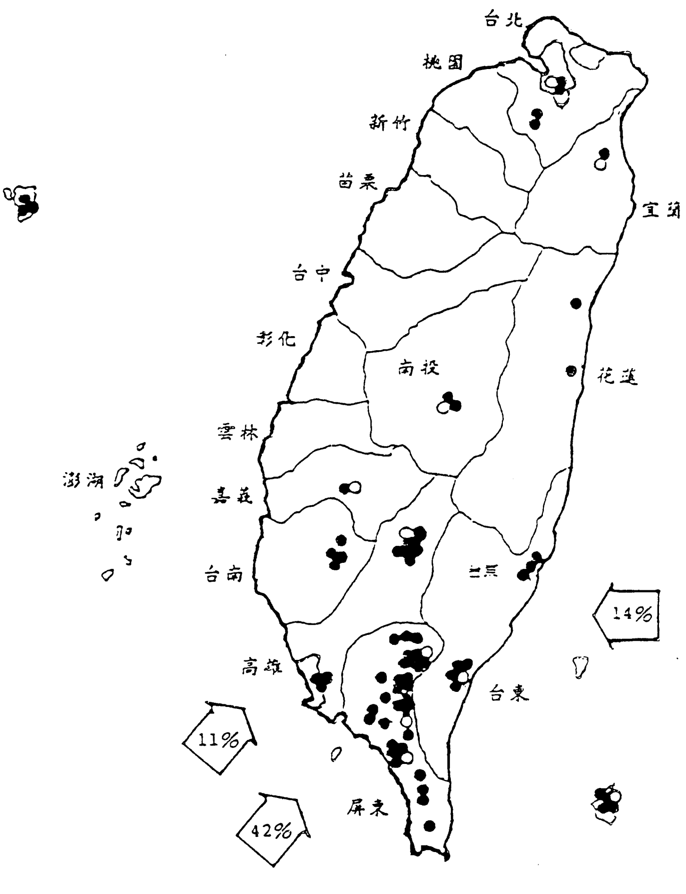


圖 5. 台灣芋種原搜集分布.

Fig 5. The distribution map and its collected site of taro stocks in Taiwan.

表 9. 台灣芋種原搜集之系統代號與採集地
Table 9. The collcetion sites and No. of accession of *Colocasia esculnta* in Taiwan

Collection site	Acc,No	No.of accession	Index (%)
Pintung	* Kcc-005,Kcc-010,Kcc-011, Kcc-012,Kcc-014,Kcc-015 Kcc-017,Kcc-019,Kcc-020, Kcc-025,Kcc-032,Kcc-033, Kcc-035,Kcc-037,Kcc-038, Kcc-040,Kcc-043,Kcc-044, Kcc-049,Kcc-050,Kcc-051 Kcc-052,Kcc-053,Kcc-054, Kcc-056,Kcc-057,Kcc-061, Kcc-066,Kcc-071. **(Kcx-002,Kcx-009,Kcx-011.)	30 (3)	41.7
Kaohsiung	Kcc-001,Kcc-003,Kcc-023, Kcc-013,Kcc-023,Kcc-029 Kcc-046,Kcc-055. (Kcx-006)	8 (1)	11.0
Taitung	Kcc-006,Kcc-007,Kcc-008, Kcc-009,Kcc-024,Kcc-034. Kcc-047,Kcc-063,Kcc-064, Kcc-065. (Kcx-002,Kcx-004)	10 (2)	13.9
Tainan	Kcc-021,Kcc-039,Kcc-041 Kcc-058.	4	5.6
Chiayi	Kcc-045. (Kcx-007)	1 (1)	1.4
Nantou	Kcc-027. (Kcx-004)	1 (1)	1.4
Taipei	Kcc-004,Kcc-016,Kcc-036, Kcc-042. (Kcx-008)	4 (1)	5.6
Yilan	Kcc-059. (Kcx-008)	1 (1)	1.4
Hwalien	Kcc-030,Kcc-077.	2	2.8
Kinman	Kcc-026,Kcc-031,Kcc-048.	3	4.2
Others	Kcc-022,Kcc-028,Kcc-060, Kcc-062,Kcc-067,Kcc-068, Kcc-069,Kcc-070. (Kcx-001)	8 (1)	11.0
Total		72 (11)	100

* Kcc : *Colocasia*
** Kcx : *Xanthosoma*

(2)優良性狀芋種原之篩選：

搜集自台灣北、中、南、東部、外島及國外等地區之芋種原共計72個系統，於1992年種植於高雄區農改場旗南分場，並於1993年調查主要園藝性狀，所獲結果(表10)知，供試72個系統中，對軟腐病抵抗性呈極抗級(HR)者有14個系統，對疫病抵抗性呈中抗級(MR)以上者7個系統；平均單株球莖產量表現高產者有11個系統；平均母芋重達500克以上者有6個系統，分球性強之子芋品種有9個系統；又塊莖品質方面，食味品質優良者共28個系統，其中母芋比子芋優者9個，子芋比母芋優者有5個，母子芋均優者有14個。上述初步所篩選出具不同優良性狀之系統，尚有待進一步試驗觀察，並加以利用。

表 10. 初步篩選出具優良性狀之芋種原(1992)
Table 10. Promising entries for some improtant traits of taro

Traits		Acc.No.	Number of Accessions
Resistant to soft rot*		Kcc-002,Kcc-004,Kcc-005,Kcc-012, Kcc-013,Kcc-015,Kcc-027,Kcc-028, Kcc-048,Kcc-053,Kcc-054,Kcc-062, Kcc-063,Kcc-066,	14
Resistant to phytophthora blight*		Kcc-007,Kcc-049,Kcc-050,Kcc-053, Kcc-054,Kcc-055,Kcc-057.	7
High yielding		Kcc-018,Kcc-019,Kcc-021,Kcc-024, Kcc-053,Kcc-054,Kcc-062,Kcc-063, Kcc-065,Kcc-066,Kcc-068.	11
Large main corm		Kcc-044,Kcc-053,Kcc-054,Kcc-062, Kcc-063,Kcc-068.	6
Many small cormels		Kcc-034,Kcc-037,Kcc-045,Kcc-049, Kcc-051,Kcc-052,Kcc-057,Kcc-062, Kcc-066.	9
Good eating quality	Corms	Kcc-013,Kcc-021,Kcc-024,Kcc-030, Kcc-043,Kcc-045,Kcc-047,Kcc-048, Kcc-055.	28
	Cormels	Kcc-017,Kcc-018,Kcc-031,Kcc-038, Kcc-058.	
	Corm & Cormels	Kcc-015,Kcc-019,Kcc-025,Kcc-028, Kcc-029,Kcc-032,Kcc-033,Kcc-042, Kcc-044,Kcc-046,Kcc-067,Kcc-069, Kcc-070,Kcc-071.	

*Based on the observation under natural epiphytotic condition.

2.品種選育目標：

台灣芋之栽培所採用之品種約可分成兩類，一爲以採收母芋爲目的之水芋類品種，另一爲以採收子芋爲目的之旱芋類品種。由於其適應的環境不同，其選種目標亦有所差異。優良作物之育種除尋求合乎改良目標性狀外，尙須兼顧諸如產量與品質等優良重要性狀的結合，其所育成之品種始能被栽培者及消費者所接受[5]。基此，旗南分場針對目前台灣芋栽培上所遭遇的問題而訂定之選育目標分述如下：

(1)水芋類品種：

①以採收母芋爲主且適宜水田栽培者，分球性弱本，平均母芋重400公克以上者。

②對軟腐病與葉疫病具有抵抗性者。

③產量與品質≧檳榔心芋品種。

④草酸鈣含量低者。

⑤耐貯藏性＞檳榔心芋。

(2)旱芋類品種：

①以採收子芋與孫芋爲主且適宜旱地栽培者，分球性强，塊形大小整齊與母子芋易分離者。

②對葉疫病與軟腐病具抵抗性者。

③豐產、質優而風味佳。

④草酸鈣含量低者。

⑤耐長期貯藏且貯藏期間不易萌芽者。

3.新品種高雄一號之育成：

(1)育成經過：

芋品種高雄一號係民國72年在屏東縣高樹鄉水芋田間以生長勢强、葉色濃綠、分蘗數少、母芋大及無感病等優異性狀所選出之單株並繁殖成營養系。於民國73年秋作進行品系比較試驗(共21個品系)、民國74年秋作至民國77年秋作進行品種比較試驗(8個品系)、區域試驗(4個品系)、軟腐病抗性檢定，品質檢定及新品系栽培法試驗等(表11)。於民國78年5月5日經農林廳召集之審查小組審查通過，准予命名推廣。

(2)園藝性狀：

高雄一號植株生育强健、葉色濃綠、尤在寒冬季最明顯，葉脈及葉片中央部呈紫黑色、葉柄粗大上端呈紫紅色。由品種比較試驗結果(表12)，本品種春作平均株高爲107公分，秋作爲124公分，比對照品種檳榔心芋分別高出6公分及10公分(圖6)；平均分蘗(子芋數)爲4.2支比檳榔心芋5.6支減少1.4支。目前一般水田式栽培均以採收母芋爲主，在生育期間須進行3～4次摘除子芋工作，故本品種減少約1次以上之田間去除子芋作業，可節省勞力成本。本品種根群發達，母芋大，塊莖平均重量春作532公克，秋作598公克比檳榔心芋大38～46公克之間，目前消費市場每個塊莖重300公克以上者其商品價值高約15％以上，使本品種之塊莖性狀更能符合栽培者及消費者之需求(圖6)。

表 11. 芋品種高雄一號之選育經過
Table 11. The pedigree of Kaohsiung 1

1983 Autumn Crop – 1984 Spring Crop	● Germplasm collection, plantlets propagation and screening of horticultural traits.
1984 Autumn Crop – 1985 Spring Crop	● Preliminary yield trials, field screening for soft rot disease resistance and plantlets propagation.
1985 Autumn Crop – 1986 Spring Crop – 1986 Autumn Crop	● Advanced yield trials and field screening for soft rot disease resistance.
– 1987 Spring Crop	● Regional yield trials and field screening for soft rot disease resistance.
1987 Autumn Crop – 1988 Spring Crop	● Screening for soft rot resistance in inoculum, composition analysis, quality panel test and cultural practices studies for new strains.
1988 Autumn Crop – 1989 Spring Crop	● The Kaohsiung sel.yu 2 was registered as Kaohsiung 1.

圖 6. 芋品種高雄一號與檳榔心芋之植株及塊莖型態比較.
Fig 6. The plant type and main corms of taro varieties, Kaohsiung 1. and Betlnut.

表 12. 芋品種高雄一號園藝特性調查平均值(1984~1985)
Table 12. Major horticultural characteristics of Kaohsiung 1

Variety	Crop seasen	Plant height (cm)	Weight of main corm (g)	Length of main corm (cm)	Width of main corm (cm)	No.of corms per plant
Kaohsiung 1.	Spring	107	532	15.7	7.0	4.2
	Autumn	124	598	16.8	7.8	4.o
Betelnut (ck)	Spring	101	494	13.9	6.6	5.9
	Autumn	114	552	16.2	6.9	5.6

(3)塊莖產量：

民國74年秋作及75年春作進行品種比較試驗結果(表13)，平均公頃產量秋作爲23.5公噸，春作爲20.9公噸，比對照品種分別增產9.3%及7.6%。

於民國75年秋作至77年春作，兩年四期作三處進行區域試驗結果 (表14)，高雄一號平均公頃產量春作20.2公噸，比對照品種檳榔心芋增產10.4%，秋作高雄一號平均產量24.6公噸，比對照品種增產12.6%。故高雄一號參加歷年各級產量比較試驗結果可知，其產量表現均比對照品種檳榔心芋爲豐產。Finlay and Wilkison[30]及Ebethart and Russell[29]之迴歸分析結果估算各參試品種在區域試驗三個試區下之穩定性介量示如圖7，由圖7得知，高雄一號秋作及春作各別分析結果b值均接近於1，其他品系則較爲偏離，此顯示該品種具有生物學上接近平均的穩定性，且產量均比其他供試品系(種)爲高。

表 13. 芋品種高雄一號品種比較試驗之平均產量
Table 13. Main corm yield of Kaohsiung 1 in advance yield trials

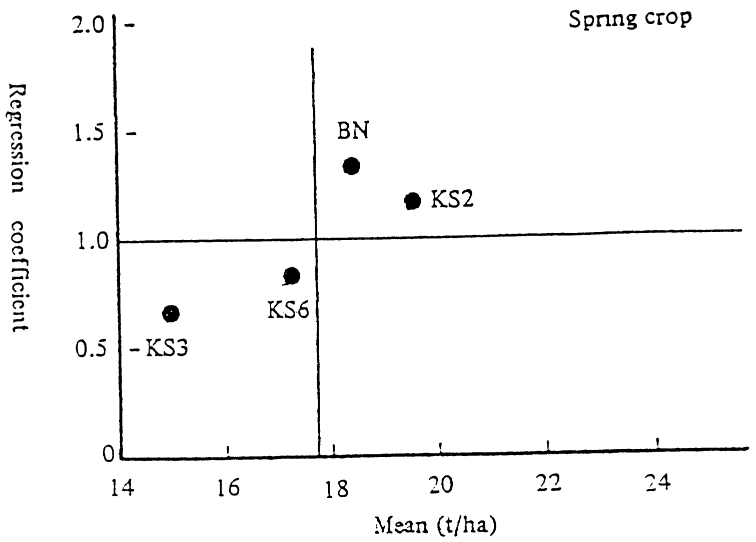
Variety	Autumn crop 1985		Spring crop 1986	
	Yield(t/ha)	Index(%)	Yield(t/ha)	Index(%)
Kaohsiung 1	23.53[a*]	109.3	20.86[a]	107.6
Betelnut (ck)	21.52[b]	100.0	19.38[b]	100.0

*Mean with the same letters are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple test.

表 14. 芋品種高雄一號區域試驗之平均產量(1986~1987)
Table 14. Main corm yield of Kaohsiung 1 in rigional yield trials

Variety	Spring crop*		Autumn crop	
	Yield(t/ha)	Index(%)	Yield(t/ha)	Index(%)
Kaohsiung 1	20.21[a**]	110.4	24.64[a]	112.6
Betelnut (ck)	18.20[b]	100.0	21.89[b]	100.0

*Average of two years.
**Same as the table 13.



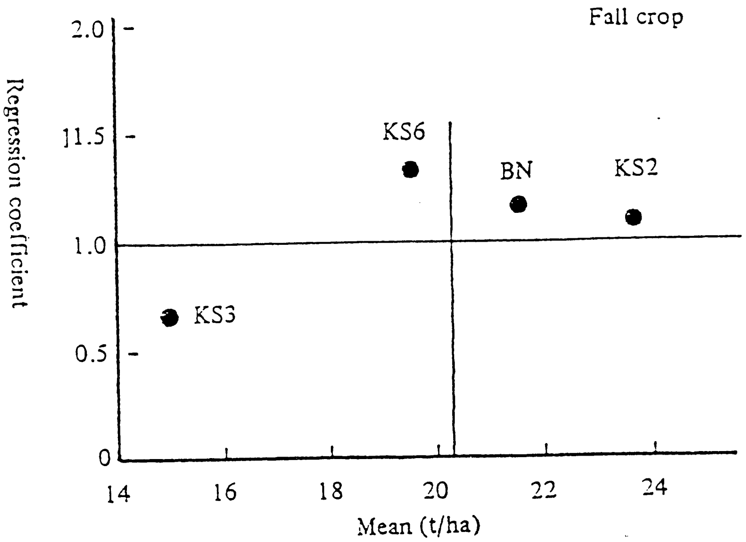


圖 7. 芋品種高雄一號產量穩定性分析

Fig. 7. The releationship of regression coefficient with main corms yield for taro Kaohsiung 1 in regional trials.

KS2: Kaohsiung sel .yu 2(Kaohsiung 1).

KS3: Kaohsiung sel .yu 3

KS6: Kaohsiung sel .yu 6

BN: Betelnut (ck).

(4)主要病害抵抗性檢定：

①軟腐病(Soft rot)

a.田間抵抗性檢定：

高雄一號對軟腐病之抵抗性，在品系試驗與產量比較試驗檢定結果(表15)高雄一號春作爲抗級，秋作爲抗～中抗級，對照品種檳榔心芋春作爲中抗級，秋作爲中感～感級。又由區域試驗在高樹、六龜、旗南等三處進行檢定結果(表16)，高雄一號春作爲極抗～抗級，秋作爲抗～中抗級，對照品種檳榔心芋春作爲抗～中抗級，秋作爲感～極感級。由上述經歷年試驗結果均極爲接近，即高雄一號對軟腐病抵抗比檳榔心芋爲強，尤在秋作表現最爲凸顯。

b.室內人工接種檢定：

於民國77年秋作在田間採集的軟腐病株，委請中興大學植病系分離芋軟腐病菌，經分離結果爲 *Euwinia carotovora* subsp. *carotovora* (Ecc)病原菌所起[9]。又該菌種以10^6cfu/ml的細菌懸浮液分別接種於塊莖上，置於Mist chamber內6天，調查對軟腐病之抗性反應，其結果高雄一號之軟腐程度比對照品種檳榔心芋爲輕(表17)。

②疫病(Phytophthora blight)

高雄一號及檳榔心芋在品種比較試驗與區域試驗中調查結果(表18)，對葉疫病均無抵抗性。即春作均爲感級，秋作則爲中感級，故該兩品種於發病盛期須加以藥劑防治。

表 15. 芋品種高雄一號品系與品種比較試驗軟腐病抵抗性之田間檢定結果
Table 15. Screening for soft rot resistant in preliminary and advance yield trials of Kaohsiung 1

Variety	Priliminary trail*		Advance trial*			
	Autumn crop		Spring crop		Autumn crop	
	Degree**	Reaction**	Degree	Reaction	Degree	Reaction
Kaohsiung 1	(2)	R	(2)	R	(3)	MR
Betelnut (ck)	(5)	S	(3)	MR	(4)	MS

*Preliminary trail:Autumn crop in 1984.
Advance trail:from autumn crop 1985 to spring crop 1986.
**(1)Highly resistance (HR):No infection.
(2)Resistance (R):1-5% infection of total main corm.
(3)Medium resestance (MR):6-25% infection of total main crom.
(4)Medium susceptible (MS):26-50% infection of total main crom.
(5)Susceptible (S):51-75% infection of total main corm.
(6)Highly susceptible (HS):76-100% infection of total main corm.

表 16. 芋品種高雄一號區域試驗軟腐病抵抗性之田間檢定結果
Table 16. Screening for soft rot resistant in regional yield trials of Kaohsiung 1

Variety	Spring crop 1987						Spring crop 1988					
	Kao-shu		Liu-kui		Chi-nan		Kao-shu		Liu-kui		Chi-nan	
	Deg.*	Rea*.	Deg.	Rea.	Deg.	Rea.	Deg.	Rea.	Deg.	Rea.	Deg.	Rea.
Kaohsiung 1	(1)**	HR	(2)	R	(2)	R	(3)	MR	(2)	R	(3)	MR
Betelnut (ck)	(2)	R	(3)	MR	(3)	MR	(5)	S	(5)	S	(6)	HS

*Deg=Degree. Rea.=Reaction.
**Scale as same as the preliminary and advance yield trials.

表 17. 芋品種高雄一號室內人工接種對軟腐病抵性反應(1988)
Table 17. Testing for soft rot resistance in inoculum of Kaohsiung 1

Concentration of inoculum	Variety	Average weight of tissue macerated(g)
10^6	Kaohsiung 1	1.20
	Betelnut(ck)	2.28

表 18. 芋高雄一號於品種與區域試驗之疫病抗性調查
Table 18. Investigation for Phytophthora blight resistance in advance and regional yield trials of Kaohsiung 1

Variety	Advance trial[1]				Regional trial[1]			
	Spring crop		Autumn crop		Spring crop		Autumn crop	
	Degree[2]	Reaction[2]	Degree[2]	Reac-tion	Degree[2]	Reac-tion	Degree[2]	Reac-tion
Kaohsiung 1.	(5)	S	(4)	MS	(5)	S	(4)	MS
Betelnut(ck)	(5)	S	(4)	MS	(5)	S	(4)	MS

1.Advance trial:from autumn crop 1985 to spring crop 1986.
Regional trial:from autumn crop 1986 to spring crop 1988.
2.(1) Highly resistance (HR):blihgt cover leaf area,0-2.25%.
(2) Resestance (R) :blihgt cover leaf area,2.26-7.5%.
(3) Medium resistance (MR):blihgt cover leaf area,7.6-15%.
(4) Medium suceptible (MS):blihgt cover leaf area,15.1-30%.
(5) Susceptible (S) :blihgt cover leaf area,30.1-60%.
(6) Highly suceptible (HS)::blihgt cover leaf area above 60%.

(5)品質檢定與成份分析：

①塊莖食味品評：

民國77年春作由區域試驗採收之材料，供試四個品系(種)之塊莖食味品嚐結果(表19)，各評分項目對品種間均無差異，即高雄一號食味品質與對照品種檳榔心芋頗為相近。

②塊莖成份分析：

民國77年春作由水田栽培所採收之母莖，委託台中區農業改良場進行成份分析結果(表20)，高雄一號之澱粉含量比檳榔心芋為高且達顯著差異，但粗蛋白、粗脂肪與直鏈性含量並無顯著差異。

表 19. 芋品種高雄一號塊莖食味品評結果(1988)
Table 19. Comparison of palatability evaluation of steamed corm of Kaohsiung 1*

Variety	Aroma	Foavor	Texture	Total
Kaohsiung 1.	6.92	7.33	7.00	7.33
Kaohsiung sel.yu 3.	6.67	6.58	6.92	7.00
Kaohsiung sel.yu 6.	6.50	6.42	6.83	6.91
Betelnut(ck)	6.83	7.00	7.08	7.08

*Hedonic 9-point system was used, 1-2: dislike very much, 3-4: dislike, 5: boarder line(acceptable).6-7: like, 8-9: like very much.

表 20. 芋品種高雄一號塊莖成份分析結果(1988)
Table 20. Analysis of corm components of Kaohsiung 1 (dry basis)

Variety	Curde protein (%)	Curde fat (%)	Starch (%)	Amylose content (%)
Kaohsiung 1	5.62[a*]	1.7[a]	82.06[a]	15.08[a]
Betelnut(ck)	5.47[a]	1.6[a]	78.79[b]	15.85[a]

*Same as the table 13.

4.新品種與不同栽培管理法：

為明瞭新育成品種高雄一號在不同栽培管理下對產量、品質及病害發生之影響，於1987年秋作在旗南分場進行試驗，由試驗結果顯示，塊莖產量以水田式表現最高，高雄一號及檳榔心芋公頃產量分別為28,750公斤及24,620公斤，次為半旱式(比水田式減產6.8～13%)，再次為旱式覆蓋塑膠布(減產21～26.6%)，最低者為旱式不覆蓋(減產36.1～38.4%)。

主要病蟲害罹病率調查結果(表22)可知，不同栽培法與品種間之軟腐病罹病率有差異

。就不同栽培法比較而言，以水田栽培管理法之軟腐病最嚴重，其罹病率為檳榔心芋77.4% 及高雄一號34.0%；次為半旱式管理法檳榔心芋為61.9%與高雄一號為14.5%，其他旱田式及覆蓋處理均較輕微(圖8)。由此可明瞭高雄一號不論在何種栽培管理之下，對塊莖軟腐病之抵抗性均比檳榔心芋為強(圖9)。葉疫病罹病率比較，除水田式稍重外，其餘栽培法處理及品種間差異不大。又不同栽培法間球莖食味品質測定結果(表23)亦可知，水田式管理法在評分項目中表現稍遜外，其餘栽培法包括旱田式、旱式覆蓋塑膠布及半旱式等處理均無顯著差異，且表現較佳。

由上述試驗結果可明瞭，高雄一號均適宜旱田式及水田式栽培管理。半旱式栽培法可兼取旱田式與水田式之優點，有值得開發推廣栽培之希望。

表 21. 不同栽培管理下對高雄一號產量及園藝性狀之影響(1987)

Table 21. Effcet of different cultural methods on the yield and horticultural characteristics of Kaohsiung 1 in autumn season crop.

Variety	Cultural method	Plant height (cm)	Weight of main corm (g)	Fresh weight of leaves and petioles (g)	Corm yield (t/ha)	Index (%)
Kaohsiung 1.	Upland without mulching	80.8[c*]	505[d]	369[b]	18.36[d]	63.9
	Upland mulching plastic	91.4	622[c]	350[b]	23.70[c]	82.3
	Semi-upland	91.5[b]	755[b]	369[b]	26.79[b]	93.2
	Paddy	103.3[a]	838[a]	411[a]	28.75[a]	100.0
Betelnut (ck)	Upland without mulching	78.8[c]	315[c]	212[b]	15.17[c]	61.6
	Upland mulching plastic	89.8	504[b]	239[b]	18.12[c]	73.6
	Semi-upland	90.4[b]	569[a]	287[a]	21.41[b]	87.0
	Paddy	96.2[a]	580[a]	297[a]	24.62[a]	100.0

*Same as the table 13.

表 22. 高雄一號芋不同栽培管理法之主要病害罹病率比較(1987)
Table 22. Comparison of diseases infection rates under different cultural practices of Kaohsiung 1.in autumn season

Variety	Cultural method	Soft rot (%)	Phytopyhora blight (%)
Kaohsiung 1.	Upland without mulching	12.0	29.9
	Upland mulching plastic	12.8	34.6
	Semi-upland	14.5	43.5
	Paddy	34.0	45.2
Betelnut (ck)	Upland without mulching	10.4	33.6
	Upland mulching plastic	14.2	25.2
	Semi-upland	61.9	38.7
	Paddy	77.4	48.8

表 23. 高雄一號芋不同栽培管理法之塊莖食味品評比較(1987)
Table 23. Comparison of palatability evaluation of steamed corm with harvested from different cultural practices of Kaohsiung 1 in autumn season*

Cultural treatment	Aroma	Flavor	Texture	Total
Upland without mulching	7.00^{a}	6.72^{a}	6.84^{a}	6.81^{a}
Upland mulching plastic	6.86^{a}	6.81^{a}	7.06^{a}	6.97^{a}
Semi-upland	6.58^{ab}	7.06^{a}	7.33^{a}	6.87^{a}
Paddy	6.33^{b}	6.69^{b}	7.03^{a}	6.48^{b}

*Scores and means as same as the table 19.

圖 8. 不同栽培管理下對芋高雄一號(高選育2號)之軟腐病罹病比較
Fig 8. Comparison of infested rates of soft rot disease under different cultural practics of taro variety, Kaohsiung 1.

圖 9. 水田式及半旱式栽培管理下對芋高雄一號之軟腐病罹病比較
Fig 9. Comparison of infested rates of soft rot disease under paddy and semi-upland cultural methods of taro variety, Kaohsiung 1.

結　論

為滿足人類日漸增加之糧食需求，過去20年來世人對主要豆、穀類作物如大豆、玉米與水稻等不斷地改良研究，所投下之人物力甚為可觀，已使世界糧食增產有顯著的成效；但在豆、穀類作物顯著增產的同時，並未帶動根莖類作物產量之提升，顯然此類作物之改良研究，普遍為世人所忽視。由於芋之營養價值高，且用途廣泛，今後為滿足地球上人口不斷增加而帶來之糧食壓力，加強芋品種與栽培技術及其利用性之研究，勢必日漸被世人所重視。

台灣芋之栽培歷史雖久，但過去一般人對芋之利用僅限於少數傳統加工與副食為主，其需要量並不大。然而，近年來國人生活水準已普遍提高，對於品質的要求與種類多樣化之選擇日益殷切，尤其食品加工業發達之今日，根莖類作物如芋頭之開發利用是深具發展潛力的一種作物。又因芋在過去未受到各試驗場所的重視，目前在品種與栽培上有待解決之問題尚多，尤其水芋品質之提升與主要病害如軟腐病與疫病之防治技術等最為迫切，因此，對芋品種改良與栽培技術之改善，今後有待加强研究。

塊莖軟腐病(soft　rot)屬細菌性病害，與溫暖氣候及土壤濕度有密切的關係，低濕地、需氮肥多或含水量多的作物較易發病[7]。台灣以秋植水芋之栽培管理之發生最為普遍，經常使芋農蒙受嚴重之損失。目前一般農民以栽植感病品種檳榔心芋為主，除採行輪作方式以減輕本病發生外，尚無有效藥劑可供防治，故栽培抗病品種實為最經濟而有效之防治方法。旗南分場歷經五年經長期抗病篩選與檢定結果，已成功的育成高雄一號新品種，對軟腐病之抵抗性較檳榔心芋為强，將來推廣後預期可減輕本病發生外，並對芋頭產量與品質之提升有相輔相成的效果，從而可增加芋農之收益；惟對疫病不具抵抗性田間發病時須加以藥劑防治。高雄一號之塊莖產量表現，由於平均母芋重量比檳榔心芋重38～44公克之間，其平均公頃產量春作比檳榔心芋增產7.6～10.4%，秋作亦增產9.3～12.6%，顯示本品種具有豐產之特性。高雄一號質地稍粘，檳榔心芋較鬆，但其食用品質頗為接近。高雄一號之分球性較弱，平均每株子芋數為3.7支，比檳榔心芋之4.4支減少16%；新品種在生育期中可節省摘除子芋的人工成本，但種苗之供應較為困難。利用組織培養法或走莖休眠芽可以快速而大量的繁殖種苗，應可解決芋苗供應上的困難。

優良品種配合適當的栽培管理，使作物在最適宜的環境下生長為確保品質的重要條件之一。芋在水、旱田栽培管理之下各有其利弊，然經本場試驗結果顯示，採用半旱式栽培管理，不僅可節省水源及控制初期雜草之發生，且可減輕軟腐病之發生並提升球莖品質，故半旱式栽培法可兼取旱田式與水田式之優點，有進一步研究與推廣之價值。

就多年生營養繁殖作物之育種而言，可同時行有性繁殖採實生法或輪迴選種以進行育種工作，若僅為無性繁殖則需採行誘變或自各地區收集之地方品種、系統或生態型以充實基因庫 (gene pool) 內之變異以增加族群之遺傳岐異性(genetic diversity)，從其中再行評價、選拔或選種[14]。芋為營養繁殖作物且大部份之系統不開花[3]，而開花系統雖然花粉稔性正常，惟大多數不結種子[16,17]；又變異只在無性繁殖中發生芽變時才產生[6]，其發生機會微

乎其微。基此，利用芋細胞融合或體細胞雜交，導入有利基因於栽培種內，亦值得加以嘗試。

參考文獻

1. 外銷園藝作物生產改進計劃, 1979. 芋的水生栽培。豐年29(22)：28~29。
2. 汪呈因, 1966. 食用作物學。國立編譯館出版, p. 498~507。
3. 郁宗雄, 1980. 芋。臺灣農家要覽(上), 豐年社, 台 北, pp. 893~895。
4. 周廷光, 1966. 蔬菜主要病害。淑馨出版社, 台中。
5. 星川清觀, 1980. 新編食用作物。養生堂、東京, p. 617~625。
6. 陳培昌。芋。豐年書叢。莖菜栽培781：p. 166~173
7. 陳東鐘, 黃賢喜, 1989. 水芋病蟲防治。農藥世界75：522~53。
8. 陳東鐘, 戴順發, 黃賢喜, 1993. 芋疫病發生調查與防治之研究。 高雄區農業改良場研究彙報, 4(2)：刊印中。
9. 黃賢喜, 陳東鐘, 韓青梅, 1989. 芋品種種「高雄一號」之育成。 高雄區農業改良場研究彙報, 2(2)：52~71。
10. 黃賢喜, 1992. 芋。高雄區農業改良場編印, pp. 1~61。
11. 臺灣農業年報, 1981~1990. 臺灣省政府農林廳。
12. 劉政道, 1980. 芋頭栽培農民淺說。臺灣省農林廳編印p. 1~24。
13. 劉政道, 1984. 水芋種植密度對產量之影響。中華農業研究, 33(1)：38~43。
14. 戴順發, 黃賢喜, 1990。芋 *Colocasia esculenta* 種內變異之研究。1.營養繁殖方式及園藝特性之變異。高雄區農業改良場研究彙報3(2)：45~59。
15. 羅宗爵, 1981. 作物病理學p. 314~315。
16. 日本科學協會, 1981. タロイモの食糧化研究。 生物委託研究中間報告書, p. 1~14。
17. 日本科學協會, 1981. タロイモの食糧化研究。生物委託研究報告書p. 1~22。
18. Banerji, I., 1934. Sterility of the female gametophyte of *Colocasia antiquorum.* Curr.Sci. 2：432.
19. Banerji, I., 1937. Sterility in *Colocasia antiquorum,* Schott. J. Indian Bot. Soc. 16：159~164.
20. Carpenter, J. R., W. E. Steinke and L. B. Bruce, 1981. Taro silage: its potential as an animal feed in the tropics, Amer. Soc. Anim. Sci. 53, Suppl. No. 1, p. 292 (abst.).
21. Carpenter, J. R., W. E. Steinke and J. K. Wang, 1981a. Assessment of nutritive value of taro silage (*Colocasia esculenta* L. [Schott] Amer. Soc. Anim. Sci. 53, No. 1, p. 487 (abst.).

22. Carpenter, J. R., W. E. Steinke and J. K. Wang, 1981b. Assessment of nutritive value of taro silage (*Colocasia esculenta* L. [Schott] Proc. West. Soc. Amer. Soc. Anim. Sci. 32, p.175.

23. Cerighelli R., 1955. Cultures Tropicales I. Plantes Vivrieres P. 417~421. Paris.

24. Chang, T. K., 1958. Dispersal of taro in Asia. Ann. Asso. Amer. Geog. 48 : 255~256.

25. Coursey, D. G. and P. H. Haynes, 1970. Root crops and their potential as food in the tropics. World Crops. 22 : 261~265.

26. Derstine, V. and E. L. Rada, 1952. Some dietetic factors influencing the market for poi in Hawaii Univ. Hawaii Agr. Econ. Bull. 3.

27. De la Pena R. S., 1970. The edible aroids in the Asian-Pacific area. Proc. 2nd Int. Symp. on Trop. Root and Tuber Crops (1970), vol. 1 : 136~140.

28. Donald L. plucknett, 1983. Taxonomy of the Genus *Colocasia* in "Taro" (Edited by J. K. Wang). Univ of Hawaii Press p. 14~19.

29. Eberhart, S. A. and W. A. Russell, 1966. Stability parameters for Comparing variities. Crop Sci. 6 : 36~40.

30. Finaly, K. S. and G. V. Wilkinson, 1963. The analysis of adaptation in a plant breeing prahramme. Aust. S. Agri. Res. 14 : 742~754.

31. Fukushima, E., S. Iwasa, S. Tokumasu, and M. Iwamasa, 1962. Chromo some numbers of the taro varieties cultivated in Japan. Chromosome Information Service no. 3, pp. 38~39. Fac. Ahr, Kyushu Univ, Fukuoka, Japan.

32. Glaser, J., and R. A. Lawrence, A. Harrison and M. R. Ball, 1967. Poi, its use as a food for normal, allergic and potentially allergic infants. Univ. Hawaii Coop. Ext. Ser. Misc. Publ. 36 : 39~75.

33. Gollifer, D. G., 1970. Preliminary observations of the performance of cultivars of taro in the british solomon islands with noted on the incidence of taro leaf blight and other diseases. Tropical root and tuber crops tomorrow. II : 53~55.

34. Gopalan, C., B. V. Rama Sastri and S. C. Balasubramanian, 1977. Nutritive value of Indian foods. National Inst. of Nutrition, Indian Coun. Med. Res, Hyderabad, India.

35. Goering, k. j. and D. L. Brelsfoud, 1966. New starches. I. The unusual properties of starch from Saponaria vaccaria. Cereal Chem. 43 : 127~136.

36. Hill, A. F., 1939. Nomenclature of taro and its varieties. Bot. Mus. Leaflet,

Harvard Univ. 7 : 113~118.

37. Higashihara, M., M. Umeki and T. Yamamoto, 1975. Isolation and some properties of taro root starch. Denpun Kagaku J. Japan Soc. Starch Sci. 22 : 61~65.

38. Jones, M. R., N, P. Larsen and G. P. Pritchard, 1934. Taro and sweet potatoes versus grain foods in relation to health and dental decay in Hawaii. The Dental Cosmos 76 : 395~409.

39. Kirkpatrick, R. M., 1935. Diet in relation to gingivitis. Field observations in New Guinea. J. Amer. Dental Asso. 23 : 197~206.

40. Langworthy, C. F. and H. J. Deuel, 1922. Digestibility of raw rice arrow-root, canna, cassava, taro, tree-fern. and potato strches. J. Biol. Chem.52 : 251~261.

41. McCullough, M. E., 1978. NFIA Literature Review on Fermentation of Silage:A Review. Grants-in-Aid Committee, National Feed Ingredients Asso. West Des Moines, Iowa 50265.

42. Moore, L. A., 1962. Grass-legume silage. In "Forahes". (ed. H. D. Hughes, M. E. Heath and D. S. Metcalfe) pp.535~546. Ames Iowa State Univ. Press.

43. Nathan, Richard A., 1978. Fuel from sugar crops. Battele Institute Report to U. S. Dept. of Energy.

44. Payne, J. H., G. J. Ley and G. Akau, 1941. Psocessing and chemical investigations of taro. Hawaii Agr. Exp. Sta. Bull. 86.

45. Plucknett, D. L., R. S. de la Pena and F. Obrero. 1970. Taro (*Colocasia esculenta*), a review. Field Crop Abst. 23 : 413~426.

46. Plucknett, D. L., 1970. The statrs and future of the major edible aroids, *Colocasia, Xanthosoma, Alocasia, Cyrtosperma* and *Amouphoph-allus.* Proc. 2nd Int, Symp. on Trop. Root and Tuber Crops (1970), vol. 1 : 127~135.

47. Plucknett, D. L., 1976. Edible aroids, *Alocasia, Colocasia, Cyrtosperma Xanthosoma,* In Evolution of Crop Plants, ed. N. W. Simmonds, pp. 10~12.

48. Plucknett D. L., 1983. Taxonomy of the genus *colocasia.* in "Taro" (ed J. K. Wang) p. 14~19.

49. Potgieter, M., 1940. Taro (*Colocasia esculenta*) as a food. J. Amer. Dietet.Asso. 16 : 536~540.

50. Purseglove, J. W., 1972. Tropical crops. Monocotyledons 1.pp.58~75. New York : Wiley.

51. Rada, E. L., 1952. Mainland market for taro products. Agr, Econ. Dept. Rep. no. 13. Agr. Exp. Sta. Univ. of Hawaii.

52. Roth, A. R., M. Worth and I. J. Lichton, 1967. Use of poi in the prevention of allergic diseases in potentially allergic infants. Ann. of Allergy 25 : 501~506.

53. Trujillo, E. E., 1967. Diseases of Genus *Colocasia* in the Pacific area and their control paper presented to the First Int. Symp. Trop. Root crops. Trinidad.

54. Tisbe, V. Q. and T. G. Cadiz, 1967. Taro or gabi. In "Vegetable Production in South East Asia" (ed. J. E. Knott and J. R. Deanon, Jr), pp.293~300. Los Banos, Laguna: Univ. of the Philippines Coll. Agr.

55. U. S. Department of Energy(USDE).1977. Alcohol Fuels Policy Review.

56. Wolf, M. J., M. M. MacMasters and C. E. Rist, 1950. Some characte-ristics of the starches of three South American seeds used for food. Cereal Chem. 27 : 219.

57. Young, R. A., 1913. The dasgeen, a root crop for the southern states. U.S. Dept. of Agr. Bureau plant Industry Circ. 127 : 25~36.

58. Young, R. A.,1917. The dasheen:its uses and culture. 1916 yearbook, U.S. Dept. of Agr, pp. 199~208.

Root Crop Yield Improvement, Processing and Utilization : 39~69 (1994)

Varietal Improvement of Taro (*Clolcasia esculenta* [L.] Schott)

S. S. Huang, C. M. Han, T. C. Chen, and S. F. Tai
Kaohsiung District Agricultural Improvement Station,
Pingtung, Taiwan, Republic of China.

ABSTRACT

Taro (*Colocasia esculenta*), a member of the herbaceous perennials of the Araceae family, is an economic crop of tradition grown throughout the humid tropics for its edible corms and leaves. Taro can be utilized in more forms than do the other root crops such as sweet potato, potat, and cassava. It can be consumed as both staple food and vegetable, and processed as food additives, animal feeds, industrial materials, etc. Only limited information is available on the breeding and culture techniques of this important crop, more studies are needed to enhance both its yield and production.

The total acreage planted to taro in Taiwan is about 5,500 ha, of which 3,5 00 ha are distributed in Kaohsiung and Pingtung area. It is therefore one of the important crops in southern Taiwan. This paper includes the literature review including the origin, taxonomy, nutritional value, utilization, and the present production status of taro. The topics on varietal improvement, germplasm collection and utilization, major constraints to production, and the breeding strategy are emphasized. Kaohsiung No. 1, a new taro variety with high yielding potential and resistance to soft rot disease developed by the Kaohsiung District Agricultural Improvement Station is also introduced.

(Key words: Taro (*Colocasia esculenta*), germplasm, taxonomy, Production, utilization, varietal improvement.)